

## FORMULACIÓN (U, P) Y APLICACIÓN POR MEDIO DEL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS AL PROBLEMA BIFÁSICO DEL COMPORTAMIENTO CORNEAL

Andrés F. Guzmán Guerrero<sup>a</sup>, Fabio A. Guarnieri<sup>b</sup> y Alejandro Arciniegas Castilla<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia, [ingandresguzman@gmail.com](mailto:ingandresguzman@gmail.com)

<sup>b</sup>International Center for Computational Methods in Engineering (CIMEC), INTEC-CONICET, Güemes  
3450, Santa Fe, Argentina, [aguarni@santafe-conicet.gov.ar](mailto:aguarni@santafe-conicet.gov.ar) <http://www.cimec.org.ar>

<sup>c</sup>Instituto Barraquer de América, Colombia, [aarciniegas@tutopia.com](mailto:aarciniegas@tutopia.com), [www.barraquer.com.co](http://www.barraquer.com.co)

**Resumen.** Desde hace algún tiempo se vienen utilizando conjuntamente los conocimientos y las herramientas de la Ingeniería con las de Oftalmología para entender algunas de las patologías visuales, llegando a la conclusión de que varias de ellas son el resultado de unas condiciones particulares de geometría (altura, espesor y curvatura), propiedades mecánicas (comportamiento curvas esfuerzo-deformación) y presión intraocular (PIO). Una dificultad relacionada con el diagnóstico de patologías oftalmológicas es la determinación de la PIO verdadera. Respecto a esta medida, se viene cuestionando su validez con cualquier tipo de tonómetro (nombre que se la da a los instrumentos o metodologías empleadas para determinar la PIO) y en especial con el de Goldmann -el más usado en la práctica diaria- debido a que se encuentra calibrado para ojos sanos de adulto, no recomendándose su aplicación a niños. El objetivo general de este estudio es el empleo de un modelo de material bifásico para la córnea para la validación de las medidas obtenidas por medio del Tonómetro de Goldmann. Para este estudio se han realizado mediciones de Presión Intraocular directas y así mismo, se emplean herramientas computacionales avanzadas (simulación del comportamiento mecánico de la córnea con ayuda del método de los elementos finitos), que permitirán ampliar el rango de la utilización del tonómetro en la lectura de la PIO real de pacientes para obtener una medida de presión confiable. Con el fin de verificar si las medidas de presión intraocular reales corresponden con las aportadas por el tonómetro de Goldmann, se realizó una formulación para el material bifásico de la córnea del tipo (u, p) para modelar por medio del métodos de los elementos finitos el proceso de contacto del tonómetro de aplanación y la variación de los esfuerzos dentro de la córnea, así como también la determinación de las fuerzas de contacto. El proceso de la tonometría se ve influenciado por el contenido fluido de la córnea, reportando valores variables de la presión. La formulación (u,p) permite implementar un desarrollo computacional más eficiente debido a que se tienen 4 grados de libertad -3 para los desplazamientos del sólido y uno para la presión del fluido en 3D- (Almeida, 1998) comparado con la formulación original de 6 grados de libertad -3 para cada uno de los desplazamientos del sólido y del fluido en 3D- para materiales bifásicos formulada por Biot (1956). Al finalizar la investigación se pretende determinar la condición de esfuerzos de trabajo, la producción de concentración de esfuerzos corneales generados en la medición de la PIO con el Tonómetro de Goldmann y la cantidad de fuerza que la córnea ofrece al Tonómetro. Con este conocimiento se podrá calibrar y ampliar el rango de aplicación de las lecturas del Tonómetro de Goldmann para proporcionar diagnósticos más confiables, teniendo en cuenta todos los parámetros de ojos sanos y no sanos de adultos o niños.